جزوات دانشگاه صنعتی اصفهان

@JOZVE_IUT

ماشین حساب

نوشتن روابط در مسئله ها الزامی است

باسمه تعالی

آگاه باشید که دلها با یاد خدا آرام می گیرد (قرآن کریم)

سؤالات امتحان کتبی آزمایشگاه فیزیک یک دانشجویان دانشگاه صنعتی اصفهان نیمسال دوم ۹۴- ۹۳

نام و نام خانوادگی:	شماره دانشجویی:	نام مربی:
تاریخ امتحان: شنبه ۲ خرداد ۹۴	مدت امتحان: ۶۰ دقیقه	نمره از

۱- **سقوط آزاد: [۳ نمره]** اگر $t_1, t_2, t_3, t_4, t_5, t_6$ زمانهای به دست آمده دراین آزمایش باشند مطلوب است روابط مربوط به $\overline{\Delta t}, \overline{\Delta t}^2$

$\Delta \bar{t} = max\{|t_i - \bar{t}|,$ خطای کرنومتر $\}$ (۱) (۱)

$\Delta \bar{t}^2 = 2\bar{t}\Delta \bar{t}$ (۱)

۲- **هدایت حرارتی: [۳ نمره]** الف: رابطه مربوط به خطای نسبی ضریب هدایت حرارتی را بنویسید ب. با استفاده از اطلاعات زیر مقدار خطای نسبی را حساب کنید (خطای دماسنج مورد استفاده یک درجه سانتیگراد و خطای ترازو یک گرم و بقیه پارامترها بدون خطاست.) بیشترین خطا مربوط به کدام پارامتر است. چرا

اختلاف دمای دو انتهای میله=۱۴ °C

اختلاف دمای آب سرد و گرم=۷ °C

جرم آب جمع آوری شده=۳۰۰gr

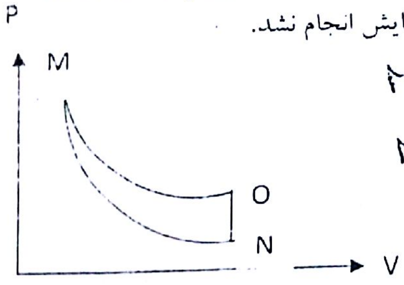
مدت زمان جمع آوری آب=۵ min

$\frac{\Delta k}{k} = \frac{\Delta m}{m} + \frac{\Delta c}{c} + \frac{\Delta(t_4-t_3)}{t_4-t_3} + \frac{\Delta A}{A} + \frac{\Delta d}{d}$ (۱)

$+ \frac{\Delta(t_1-t_2)}{t_1-t_2} + \frac{\Delta t}{t} = \frac{1}{300} + \frac{2}{7} + \frac{2}{14} \simeq \frac{6}{14}$ (۱)

بیشترین خطا مربوط به اختلاف دمای دو انتهای ... است زیرا دقت ... (۱)

۳. **ضریب اتمیسیته [۲ نمره]** نام فرآیندهای مربوط به نمودار را بنویسید. کدامیک در آزمایش انجام نشد.



MO ٫ ۰/۵ حجم ثابت

MN ٫ ۰/۵ بی دررو

NO ٫ ۰/۵ هم فشار

۰/۵ فرآیند ... را در آزمایش ...

۴- **حرکت دورانی: [۲ نمره]**

در رابطه $I=rm(g-r\alpha)/\alpha$ و پارامترهای α, m, r و I معرف چه کمیتهایی هستند. چرا با تغییر m و یا r لختی دورانی جسم تغییر نمیکند

r: شعاع قرقره ...

m: جرم وزنه ...

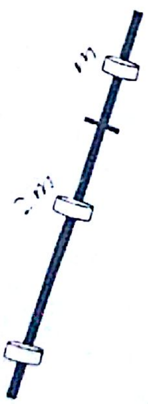
α: شتاب زاویه ای ...

I: ممان اینرسی ...

...

۵. **آونگ مرکب [۲ نمره]** حالتهای دوم و سوم چینش جرمها در آونگ مرکب را با توجه به عنوان جدول مشخص کنید. (جرم وزنه ی بالایی و پایینی با هم برابر و نصف جرم وزنه وسطی است)

$2mr_2 + 2mr_1 + mr_3$



	مرکز جرم نسبت به ... ثابت است		
	حالت اول	حالت دوم	حالت سوم
۲	۲۲	+۱۷	+۱۲
۲۰	-۲۲	-۱۷	-۱۲
۲۰	-۲۲	۲۷	-۳۲

۶- اندازه گیری:(۲ نمره): دقت کولیس را تعیین کنید که تعداد قسمتهای آن که ۵۰ عدد است در ۴۹ میلیمتر جای گرفته است. (با ذکر رابطه)

$\frac{49}{50}$ ... $= \frac{1}{50} = 0.02\ mm$

۷- ژول: (۳ نمره): داده های زیر پس از انجام آزمایش ژول گزارش شده است. مقدار عدد ژول را به دست آورید(محاسبه خطا لازم نیست) ذکر روابط الزامی است

توان مصرفی مقاومت داخل گرماسنج $= 100.0 \pm 0.5\ W$ (وات)

$A = 20 \pm 0\ (cal/{}^{\circ}C)$

جرم آب سرد $= 100 \pm 1\ gr$

شیب نمودار گرم شدن $= 1.2 \pm 0.1\ {}^{\circ}C/min$

$C=1\ cal/gr\ {}^{\circ}C$

$\Delta\theta = \frac{VI}{J(MC+A)}\Delta t$

$\Rightarrow K = \frac{VI}{\alpha(MC+A)}$

$J = \frac{10}{(1.2)(\frac{1}{60})(100+20)} \simeq 4.16$

۸- انبساط طولی: (۲ نمره) با توجه به اطلاعات زیر خطای مطلق ضریب انبساط طولی میله فلزی را به دست آورید.

$L = 50/0\,cm \pm 0/2\,cm$

$\alpha_{max} = 9/6\ \mu m/c$

$\alpha_{best} = 9/0\ \mu m/c$

$\alpha_{min} = 8/6\ \mu m/c$

$\alpha = \lambda L_0 \Rightarrow \lambda = \alpha / L_0$

$\Delta\alpha = \max\{(\alpha_{max} - \alpha_{best}), (\alpha_{best} - \alpha_{min})\} = 0.6$

$\Delta\lambda = \lambda(\frac{\Delta L_0}{L_0} + \frac{\Delta\alpha}{\alpha}) = \frac{9.0\times10^{-6}}{50\times10^{-2}}(\frac{0.2}{50} + \frac{0.6}{9.0}) =$

۹- ارشمیدس: (۲ نمره) جسم نامنظمی به حجم ۱۰ سانتیمتر مکعب و جرم ۱۰۰ گرم به نیروسنجی آویزان شده است. عدد نیروسنج را قبل و بعد از غوطه ور شدن جسم در آب بنویسید (با ذکر علت) $(g = 9/8 \frac{N}{kg})$

$V = 10\ cm^3$

$m = 100\ gr$ عدد نیروسنج قبل از غوطه وری $= mg = 100\times10^{-3}\times9.8 = 0.98\ N$

عدد نیروسنج بعد از غوطه وری $= mg - \rho_w V g = 0.98 - (1\times10\times10^{-3}\times9.8) = 0.88$

۱۰- گشتاور ماند: (۲ نمره) اگر گشتاور ماند کره ای ۲ برابر گشتاور ماند یک استوانه ی توخالی باشد و از یک دستگاه برای هر دو جسم استفاده شده باشد نسبت دوره تناوب استوانه به کره را به دست آورید.

$I = \frac{kT^2}{4\pi^2}$

$\frac{I_{کره}}{I_{استوانه}} = \frac{T^2_{کره}}{T^2_{استوانه}} \Rightarrow \frac{T_{استوانه}}{T_{کره}} = \sqrt{\frac{I}{2I}} = \frac{1}{\sqrt{2}}$

۱۱- موضوع: آزمایش فشار بخار اشباع (۳ نمره) در صورتیکه معادله خط نمودار این آزمایش $y = -4800x + 13$ باشد مطلوب است گرمای نهان تبخیر آب بر حسب cal/gr. (نوشتن رابطه و جایگذاریها به طور دقیق کفایت میکند.)

جرم مولکولی آب=۱۸ گرم و ثابت گازها ۸/۳ ژول بر مول_کلوین است

$\ln P = -\frac{L_V}{R}\cdot\frac{1}{T} + C \qquad R = 8.3\ \frac{J}{mol.k} = \frac{8.3}{18}\ \frac{J}{g.k}$

$\Rightarrow \frac{L_V}{R} = 4800 \Rightarrow L_V = \frac{4800\times8.3}{18} = 2213\ \frac{J}{g}$

Scanned by CamScanner

رابطه آزمایش: با توجه به اطلاعات جدول قبل اگر

$E = T_1^2 a_1$, $F = T_2^2 a_2$, $G = T_3^2 a_3$

درستی رابطه زیر را بررسی کنید

$E \pm \Delta E = F \pm \Delta F = G \pm \Delta G$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{I}{Mga}} \Rightarrow T^2 = 4\pi^2 \frac{I}{Mga} \Rightarrow \boxed{T^2 a = \frac{4\pi^2 I}{Mg}}$$

$$E = T_1^2 a_1 \Rightarrow \Delta E = 2T_1 \cdot \Delta T_1 \cdot a_1 + T_1^2 \cdot \Delta a_1$$

Scanned by CamScanner

ادامه گزارش کار آزمایش آونگ مرکب

جدول ثبت اطلاعات و نتایج حالت مرکز جرم متغیر و لختی دورانی ثابت :

ردیف	حالت اول	حالت دوم	حالت سوم
$r_1 \pm \Delta r_1 (cm)$	۱۰٫۰ ± ۰٫۱	۱۵٫۰ ± ۰٫۱	۲۰٫۰ ± ۰٫۱
$r_2 \pm \Delta r_2 (cm)$	-۱۵٫۰ ± ۰٫۱	-۱۰٫۰ ± ۰٫۱	-۱۰٫۰ ± ۰٫۱
$r_3 \pm \Delta r_3 (cm)$	-۲۰٫۰ ± ۰٫۱	-۲۰٫۰ ± ۰٫۱	-۱۵٫۰ ± ۰٫۱
$t_{(n \text{ نوسان})} \pm \Delta t(s)$	۲۹٫۴۸۶ ± ۰٫۰۰۱	۴۶٫۰۷۷ ± ۰٫۰۰۱	۴۶٫۰۶۸ ± ۰٫۰۰۱
$T \pm \Delta T(s)$ ($\frac{t}{20}$ ، $\frac{1}{20}\Delta t$)	۱٫۴۷۴۳ ± ۰٫۰۰۰۰۵	۲٫۳۰۳۸ ± ۰٫۰۰۰۰۵	۲٫۳۰۳۴ ± ۰٫۰۰۰۰۵
$T^2(s^2)$	۲٫۱۷۳۶	۵٫۳۰۷۵	۵٫۳۰۵۶
$\Delta T^2(s^2)$ ($2T.\Delta T$)	۰٫۰۰۰۱	۰٫۰۰۰۲	۰٫۰۰۰۲
$a(cm)$ فاصله مرکز جرم کل دستگاه تا محور دوران			
$\Delta a(cm)$			

پرسش: روابط مربوط به کمیتهای زیر و یک نمونه از محاسبات آنها را بنویسید

ΔT^2 , a , Δa

$\Delta T^2 = 2T . \Delta T$

$$a = \frac{\sum m_i r_i}{\sum m_i} = \frac{m_1(10 - 15 - 20) + m_{\text{میله}}(-9)}{3m_1 + m_{\text{میله}}}$$

$$a = \frac{m_1 r_1 + m_2 r_2 + m_3 r_3 + Md}{m_1 + m_2 + m_3 + M} = \frac{m(r_1 + r_2 + r_3) + Md}{3m + M}$$

Δ: ln ⟶ dif

پرسش: روابط مربوط به کمیتهای زیر و یک نمونه از محاسبات آنها را بنویسید

ΔT^2 , I_{total} , ΔI_{total}

زمان ۲۰ نوسان $\rightarrow t$

زمان ۱ نوسان $\rightarrow \boxed{T = \frac{t}{20}} \Rightarrow \boxed{\Delta T = \frac{\Delta t}{20}}$; $\Delta t = 0.001\,s \Rightarrow \Delta T = \frac{0.001\,s}{20} = 0.00005\,s$

پس $\Rightarrow T^2 = T.T \Rightarrow \Delta(T^2) = \Delta(T.T) \Rightarrow \Delta T^2 = T.\Delta T + \Delta T.T \Rightarrow \boxed{\Delta T^2 = 2T.\Delta T}$

لختی دورانی کل دستگاه $\rightarrow I_{tot} = I_{m_1} + I_{m_2} + I_{m_3} + I_{M_m}$:

($I_{m_1} + I_{m_2} + I_{m_3}$): لختی دورانی وزنه‌ها استوانه نسبت به محور دوران

(I_{M_m}): لختی دورانی نوسانگر نسبت به محور دوران

$$\Rightarrow \begin{cases} I_{m_i} = \frac{1}{4} m_i R_i^2 + \frac{1}{12} m_i h_i^2 + m_i r_i^2 \quad , \quad i = 1,2,3 \\ I_{M_m} = \frac{1}{12} M_m L^2 + M_m r_m^2 \end{cases}$$

($r_m \rightarrow d$)

; $\rightarrow$
- m_i = جرم وزنه‌ی استوانه i
- R_i = شعاع وزنه‌ی استوانه i
- h_i = ارتفاع وزنه‌ی استوانه i
- r_i = فاصله‌ی مرکز جرم استوانه از لبه‌ی تیغه‌ی کارد

$\rightarrow$
- M_m = جرم نوسانگر
- L = طول نوسانگر
- r_m = فاصله‌ی مرکز جرم نوسانگر از لبه‌ی تیغه‌ی کارد

یک نمونه از محاسبات (حالت اول) :

$$\begin{cases} I_{m_i} = \left[\frac{1}{4}(1438)(4)^2 + \frac{1}{12}(1448)(3.7)^2 + (1438)(10)^2\right] + \left[\frac{1}{4}(1448)(4)^2 + \frac{1}{12}(1448)(3.7)^2 + (1448)(15)^2\right] + \left[\frac{1}{4}(1448)(4)^2 + \frac{1}{12}(1448)(3.7)^2 + (1448)(20)^2\right] \\ I_{M_m} = \frac{1}{12}(520)(80)^2 + (520)(9.5)^2 = 3.2 \times 10^5 \ gr.cm^2 \end{cases}$$

$\Rightarrow I_{tot} = 1.4 \times 10^6 \ gr.cm^2$

, $\Delta I_{tot} = 1.6 \times 10^4 \ gr.cm^2$

$\Rightarrow I_{tot} \pm \Delta I_{tot} = (1.4 \times 10^6) \pm (1.6 \times 10^4) \ gr.cm^2$

رابطه آزمایش: با توجه به اطلاعات جدول قبل اگر

$A = \frac{T_1^2}{I_1}$, $B = \frac{T_2^2}{I_2}$, $C = \frac{T_3^2}{I_3}$ $Q_n T^2 + Q I_1$

درستی رابطه زیر را بررسی کنید $\frac{2T\,dT}{T^2} + \frac{dI}{I} = \frac{2\Delta T}{T} + \frac{\Delta I}{I}$

$A \pm \Delta A = B \pm \Delta B = C \pm \Delta C$

دوره تناوب نوسان آونگ مرکب حول محوری که به فاصله‌ی a از مرکز جرم : $T = 2\pi\sqrt{\frac{I}{Mga}} \Rightarrow T^2 = 4\pi^2 \frac{I}{Mga} \Rightarrow \boxed{\frac{T^2}{I} = \frac{4\pi^2}{Mga}}$

$A = \frac{T_1^2}{I_1} \Rightarrow \Delta A = A\left(2\frac{\Delta T_1}{T_1} + \frac{\Delta I_1}{I_1}\right)$; $B = \frac{T_2^2}{I_2} \Rightarrow \Delta B = B\left(2\frac{\Delta T_2}{T_2} + \frac{\Delta I_2}{I_2}\right)$; $C = \frac{T_3^2}{I_3} \Rightarrow \Delta C = C\left(2\frac{\Delta T_3}{T_3} + \frac{\Delta I_3}{I_3}\right)$

$\Rightarrow A \pm \Delta A = (1.5 \times 10^{-6}) \pm (1.6 \times 10^4)$

$\Rightarrow B \pm \Delta B = (1.2 \times 10^{-6}) \pm ($

$\Rightarrow C \pm \Delta C = (1.6 \times 10^{-6}) \pm ($

Scanned by CamScanner

محاسبی ΔI_{tot}

$$I_{tot} = I_{m_i} + I_{M_m} = I_{m_1} + I_{m_2} + I_{m_3} + I_{M_m}$$

$$\Rightarrow \Delta I_{tot} = \underbrace{\Delta I_{m_i}}_{?} + \underbrace{\Delta I_{M_m}}_{?}$$

$$I_{m_i} = \left(\frac{1}{4} m_i R_i^2 + \frac{1}{12} m_i h_i^2 + m_i r_i^2\right)$$

$$\Delta I_{m_i} = \frac{1}{4} \Delta m_i \cdot R_i^2 + \frac{1}{4} m_i \cdot 2R_i \cdot \Delta R_i + \frac{1}{12} \Delta m_i \cdot h_i^2 + \frac{1}{12} m_i \cdot 2h_i \cdot \Delta h_i + \Delta m_i \cdot r_i^2 + m_i \cdot 2r_i \cdot \Delta r_i$$

$$\Delta I_{m_i} = \underbrace{\frac{1}{4} R_i \left(\Delta m_i \cdot R_i + 2m_i \cdot \Delta R_i\right)}_{293.4} + \underbrace{\frac{1}{12} h_i \left(\Delta m_i + 2 m_i \cdot \Delta h_i\right)}_{89.4} + r_i \left(\Delta m_i \cdot r_i + 2m_i \cdot \Delta r_i\right)$$

; $\begin{cases} R_i \pm \Delta R_i = 4.0 \pm 0.1 \\ m_i \pm \Delta m_i = 1448 \\ h_i \pm \Delta h_i = 3.7 \pm \end{cases}$ $\Delta r_i = 0.1\ cm$

[illegible] $r_i \pm \Delta r_i$: $\begin{cases} r_1 \pm \Delta r_1 = 10.0 \pm 0.1\ cm \\ r_2 \pm \Delta r_2 = 15.0 \pm 0.1\ cm \\ r_3 \pm \Delta r_3 = 20 \pm 0.1\ cm \end{cases}$

$\Rightarrow \Delta I_{m_1} = 293.4 + 86.4 + 2996 = 3.4 \times 10^3\ gr \cdot cm^2$

$\Rightarrow \Delta I_{m_2} = 293.4 + 89.4 + 4529 = 5 \times 10^3\ gr \cdot cm^2$

$\Rightarrow \Delta I_{m_3} = 293.4 + 89.4 + 6192 = 6.6 \times 10^3\ gr \cdot cm^2$

$$\Rightarrow \Delta I_{m_i} = \Delta I_{m_1} + \Delta I_{m_2} + \Delta I_{m_3} = (3.4 + 5 + 6.6) \times 10^3\ gr \cdot cm^2 = 1.5 \times 10^4\ gr \cdot cm^2$$

$$I_{M_m} = \frac{1}{12} M_m L^2 + M_m r_m^2$$

$$\Rightarrow \Delta I_{M_m} = \frac{1}{12} \Delta M_m \cdot L^2 + \frac{1}{12} M_m \cdot 2L \cdot \Delta L + \Delta M_m \cdot r_m^2 + M_m \cdot 2r_m \cdot \Delta r_m$$

$$\Rightarrow \Delta I_{M_m} = \frac{1}{12} L \left(\Delta M_m \cdot L + 2 M_m \cdot \Delta L\right) + r_m \left(\Delta M_m \cdot r_m + 2M_m \cdot \Delta r_m\right)$$

; $\begin{cases} L \pm \Delta L = 80.0 \pm 0.1\ cm \\ M_m \pm \Delta M_m = 520 \pm 1\ gr \\ r_m \pm \Delta r_m = 9.5 \pm 0.1\ cm \end{cases}$

$$\Rightarrow \Delta I_{M_m} = 1.2 \times 10^3\ gr \cdot cm^2$$

$$\Rightarrow \Delta I_{tot} = (1.5 \times 10^4\ gr \cdot cm^2) + (1.2 \times 10^3\ gr \cdot cm^2) \Rightarrow \Delta I_{tot} = 1.6 \times 10^4\ gr \cdot cm^2$$

$\Rightarrow \Delta I_{tot} \neq$

گزارش کار آزمایش آونگ مرکب

نام و نام خانوادگی: محسا عقیلی	همکاران:	
نام مربی:	گروه کلاسی: ۱۱۶-۱۰-۲۰	دسته:
روز و تاریخ انجام آزمایش:	تاریخ تحویل:	نمره:

هدف: بررسی آونگ مرکب

وسایل آزمایش: (در مورد وسایل اندازه‌گیری دقت آن را نیز بنویسید)
صفحه‌ی تخت با پایه‌های نگه‌دارنده و پیچ تراز، ۴ عدد میله ۷۰ cm، آونگ با کاردک، ۳ عدد وزنه‌های استوانه‌ای با حجم یکسان جای کاردک، ۵ عدد گیره‌ی قائم، میله ۲۵ cm، احساسگر دوشاخه نوری، زمانسنج (۰٫۰۰۱ s) و شمارنده، کولیس (۰٫۰۲ mm)، ترازو (۰٫۱ g)، تراز تیغه.

جدول ثبت اطلاعات آونگ مرکب :

ارتفاع وزنه ها $h_i \pm \Delta h_i (cm) =$ ۳٫۷ ± ۰٫۱ cm	جرم وزنه ها $m_i \pm \Delta m_i (gr) =$ ۱۴۴۸ ± ۱ gr
جرم میله $M_m \pm \Delta M_m (gr) =$ [illegible] ± ۱ gr	شعاع وزنه ها $R_i \pm \Delta R_i (cm) =$ ۲٫۵ ± ۰٫۱ cm
طول میله $L_M \pm \Delta L_M (cm) =$ [illegible] ± ۰٫۱ cm	فاصله مرکز جرم میله تا محور نوسان $d \pm \Delta d (cm) =$ ۹٫۶ ± ۰٫۱ cm

جدول ثبت اطلاعات و نتایج حالت مرکز جرم ثابت و لختی دورانی متغیر:

$r_{cm} = \frac{\sum r_i m_i}{\sum m_i}$

ردیف	حالت اول	حالت دوم	حالت سوم
$r_1 \pm \Delta r_1 (cm)$	۱۰٫۰ ± ۰٫۱	۱۵٫۰ ± ۰٫۱	۲۰٫۰ ± ۰٫۱
$r_2 \pm \Delta r_2 (cm)$	-۱۵٫۰ ± ۰٫۱	-۱۵٫۰ ± ۰٫۱	-۱۵٫۰ ± ۰٫۱
$r_3 \pm \Delta r_3 (cm)$	-۲۰٫۰ ± ۰٫۱	-۲۵٫۰ ± ۰٫۱	-۳۰٫۰ ± ۰٫۱
$t_{(n \text{ نوسان})}^{۲۰} \pm \Delta t$	۲۹٫۲۹۳ ± ۰٫۰۰۱ s	۲۷٫۷۳۰ ± ۰٫۰۰۱ s	۲۷٫۵۰۸ ± ۰٫۰۰۱ s
$T \pm \Delta T$ ($\frac{t}{۲۰}$, $\frac{۱}{۲۰}\Delta t$)	۱٫۴۶۴۶ ± ۰٫۰۰۰۰۵ s	۱٫۳۸۶۵ ± ۰٫۰۰۰۰۵ s	۱٫۳۷۵۴ ± ۰٫۰۰۰۰۵ s
T^2	۲٫۱۴۵۰ s^2	۱٫۹۲۲۴ s^2	۱٫۸۹۱۷ s^2
ΔT^2 ($۲T.\Delta T$)	۰٫۰۰۰۱ s^2	۰٫۰۰۰۱ s^2	۰٫۰۰۰۱ s^2
I_{total}	۱٫۴ × ۱۰^۶ $gr.cm^2$	۱٫۶ × ۱۰^۶ $gr.cm^2$	۲٫۸ × ۱۰^۶ $gr.cm^2$
ΔI_{total}	۱٫۶ × ۱۰^۴ $gr.cm^2$		

Scanned by CamScanner

$A' \pm \Delta A'$, $B' \pm \Delta B'$, $C' \pm \Delta C'$ باید وجه اشتراک داشته باشند.

Scanned by CamScanner

(۱.۷) $T = \frac{t}{20}$ برای ۲۰ نوسان t را اندازه گیری می کنیم

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{I}{Mga}} \longrightarrow \frac{T^2}{I} = \text{ثابت}$$

برای سه قسمت باید باهم برابر باشند اما به دلیل خطا دقیقاً برابر نیستند.

$$\frac{T_1^2}{I_1} = \frac{T_2^2}{I_2} = \frac{T_3^2}{I_3}$$

$$A = \frac{T_1^2}{I_1} \longrightarrow \Delta A = \frac{2\Delta T_1}{T_1} + \frac{\Delta I_1}{I_1}$$

$$B = \frac{T_2^2}{I_2} \qquad C = \frac{T_3^2}{I_3}$$

مثال: $A + \Delta A = 10.2 \pm 0.3 \quad (9.9 \,,\, 10.5)$

$B + \Delta B = 10.0 \pm 0.2 \quad (9.8 \,,\, 10.2)$

اشتراک دارند پس درست است.

برای قسمت دوم مرکز جرم متغیر ولختی دورانی ثابت برای این کار به طور های گشتی

اعداد r_i ها را فقط جابه جا می کنیم تا I ثابت ماند ولی مرکز جرم تغییر کند و چون

برای محاسبه I فواصل به صورت مجذوری وارد می شوند I ثابت چون منفی

ومثبت دیگر فرقی نمی کند ولی مرکز جرم متغیر است.

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{I}{Mga}} \longrightarrow T^2 a = \text{ثابت}$$

$$\Delta A' = \frac{2\Delta T}{T} + \frac{\Delta a}{a}$$

$$A = T_1^2 a_1 \longrightarrow A' \pm \Delta A'$$

r_i: فاصله‌ی جسم به جرم m_i اگر زیر محل دوران باشند r منفی و اگر بالای آن باشند r مثبت است.

M جرم میله

d فاصله مرکز جرم میله تا محور دوران

- وزنه‌ی وسطی را ثابت نگاه می‌داریم و دوتا وزنه‌ی دیگر به یک میزان تغییر می‌دهیم تا مرکز جرم تغییر نکند

$$x_{cm} = \frac{m(r_1+y) + m r_2 + m(r_3-y) + Md}{3m + M}$$

چون جرم‌ها شبیه هم اند مرکز جرم تغییر نمی‌کند

حال روابط مربوط به I را مورد بررسی قرار می‌دهیم:

I_{m_i} لختی دورانی وزنه i نسبت به محور دوران

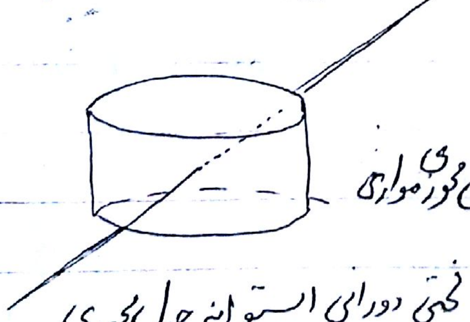
I_M لختی دورانی میله حول محور دوران

- $$I = \sum_i I_{m_i} + I_M$$

$$I_{m_i} = \underbrace{\left[\frac{m_i R_i^2}{4} + \frac{m_i h_i^2}{12}\right]}_{A}^{I_{cm}} + \underbrace{m_i r_i^2}_{B}$$

برای یک قضیه محورهای موازی

$$I_M = \underbrace{\frac{ML^2}{12}}_{I_{cm}} + Md^2$$



- رابطه لختی دورانی حول محور موازی با مرکز جرم

$$I = I_{cm} + Md^2$$

M: جرم

d: فاصله‌ی محور تا مرکز جرم

A = لختی دورانی استوانه حول محوری

در آونگ ساده جرمی به جرم m به نخی به طول l آویزان شده که دوره تناوب برای نوسانات کم دامنه از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$

آونگ مرکب هم دوره تناوبی به صورت روبه‌رو دارد:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{I}{Mga}}$$

I لختی دورانی کل دستگاه (شامل میله-وزنه‌ها) نسبت به محور دوران

M جرم کل دستگاه

a فاصله مرکز جرم از محور دوران

می‌توان گفت انگار آونگ مرکب همان آونگ ساده است و کل جرم آن در مرکز جرم قرار دارد و حول محوری در فاصله‌ی a دوران می‌کند گویی طول نخ در این جا همان a است.

هدف در این آزمایش این است که رابطه‌ی دوره‌ی تناوب با I و a، لختی دورانی و فاصله‌ی مرکز جرم تا محور دوران بررسی شود؟

$$T \propto \sqrt{I}$$

$$T \propto \frac{1}{\sqrt{a}}$$

آزمایش دارای دو قسمت است. ۱- مرکز جرم ثابت، لختی دورانی متغیر
۲- مرکز جرم متغیر، لختی دورانی ثابت

۱- در حالت اول مرکز جرم باید ثابت باشد که از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید.

$$x_{cm} = \frac{m_1 r_1 + m_2 r_2 + m_3 r_3 + Md}{m_1 + m_2 + m_3 + M}$$

Scanned by CamScanner

$$I = \frac{rm(g - r\alpha)}{\alpha} \Rightarrow \alpha = \frac{rmg}{I + mr^2}$$

$$\left(\frac{d\alpha}{dm}\right)_r = 0 \quad \left(\frac{d\alpha}{dr}\right)_m = 0$$

$$\alpha I = rmg - r^2 m\alpha$$

$$(I + mr^2)\alpha = rmg$$

$$\left(\frac{d\alpha}{dr}\right)_m = \frac{mg(I + mr^2) - 2rm(rmg)}{(I + mr^2)^2} = 0$$

$$\frac{mgI - m^2r^2g}{(\quad)^2} = 0 \Rightarrow r = \sqrt{\frac{I}{m}}$$

$mgI + m^2gr^2 - 2r^2m^2g$

$mgI - m^2r^2g$

$$r = \sqrt{\frac{I}{m}}$$

$$\frac{\Delta I}{I} = \frac{\Delta r}{r} + \frac{\Delta m}{m} + \frac{\Delta(g - r\alpha)}{g - r\alpha} - \frac{\Delta\alpha}{\alpha}$$

$$\frac{\Delta g + (\Delta r)\alpha + (\Delta\alpha)r}{g - r\alpha}$$

$$\frac{rg(I + mr^2) - \cdots}{rgI + r^3 mg + r^3 mg}$$

$$\frac{\Delta g}{g - r\alpha} + \frac{\Delta r\,\alpha}{g - r\alpha} + \Delta\alpha\left(\frac{r}{g - r\alpha} - \frac{1}{\alpha}\right)$$

$I =$ ~~$\ln rm(g - r\alpha)$~~ $- \ln\alpha$

$\Delta r \quad \ln r + \ln m + \ln(g - r\alpha) - \ln\alpha \quad - \frac{\Delta\alpha}{\alpha}$

$$\frac{\Delta r}{r} + \frac{\Delta m}{m} + \frac{\Delta g}{\cdots} - \frac{\Delta r\alpha}{\cdots} - \frac{\Delta\alpha r}{\cdots}$$

Scanned by CamScanner

گشتاور جسم شامل یک

کل مجموعه ای که الان داره می چرخه یه جسم ها

محاسبه کالکی دورانی ... جسم ها و شکل های آزمایش مختلف به بخش شده بر احتی

ترجیح بر را لاکمول ... حتما

به موضوع اثر وجود ترمزه را در آزمایش حساب کنید ببینید چقدر اثر قرقره دارد.

نیروی اصطکاک ...

$\tau = rT$ ($r \times F$)

$T - mg = ma \Rightarrow T = mg + ma$

$a = r\alpha$

$mg - T = ma$

$T = m(g-a)$

$m(g - r\alpha)$ (لحظه بر حساب محاسبه)

درحرکت دورانی معادله ... شتاب زاویه ای

~~$\tau = I\alpha$~~

~~$I = \frac{\tau}{\alpha} = r(mg$~~ ($rF$)

$I = 1$

$\tau = I\alpha \Rightarrow I = \frac{rF}{\alpha} = \frac{n}{\alpha}$

$I = \frac{rm(g - r\alpha)}{\alpha}$

I با m نسبت مستقیم دارد چون این جرم دورانی است

نه جرم جسم

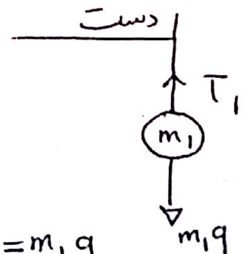
$I = mr^2$

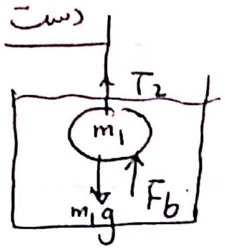
Scanned by CamScanner

آزمایش ارشمیدس:

هدف: اندازه گیری چگالی یک جسم مجهول

وقتی جسمی درون سیالی غوطه ور شود به اندازه ی وزن سیال هم حجمش سبک تر می شود.



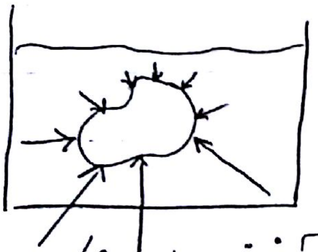


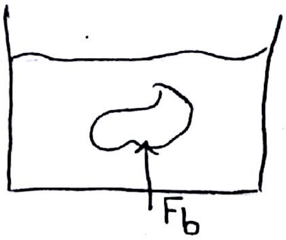
$$T_2 = m_1 g - F_b = w_2$$

$$w_1 = T_1 = m_1 g$$

$\Rightarrow T_2 < T_1 \Rightarrow$ اصل ارشمیدس: وزن ظاهری جسم غوطه ور در سیال کمتر است

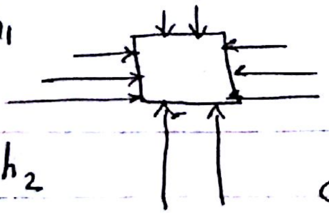
منشأ نیروی ارشمیدس وجود اختلاف فشار در نواحی مختلف سیال است چون فشار با نیرو رابطه دارد.





برآیند نیرو در این شکل = نیروی ارشمیدس رو به سمت بالا

اگر مکعبی در سیال غوطه ور باشد نیرویی که به وجه های اطراف وارد می شود همدیگر را خنثی می کند نیرو به وجه پایینی و وجه بالایی باقی می ماند. $F = \frac{P}{A}$



نیروی وجه پایینی $\rho g h_2 A$

نیروی وجه بالایی $\rho g h_1 A$

برآیند $\rho g (h_1 - h_2) A = \rho g V$ حجم سیال جابه جا شده = جسم

وزن ظاهری ← وزن واقعی ←

$$T_2 = w_2 = m_1 g - F_b = w_1 - \rho_w g V_{جسم} \quad (3)$$

$$m_2 g = m_1 g - \rho_w g V_{جسم} \Rightarrow V_{جسم} = \frac{m_1 - m_2}{\rho_w} \quad (2)$$

Scanned by CamScanner

جسم منظم ← روش مستقیم دقیق‌تر چون حجم دقیق به دست می‌آید.

جسم نامنظم ← روش غیرمستقیم چون حجم خطای بالایی دارد.

با ترازو

$$\rho_{جسم} = \frac{m_1}{V_{جسم}} \Rightarrow V_{جسم} = \frac{m_1}{\rho_{جسم}} \quad (1)$$

(1),(2)
$$\frac{m_1}{\rho_{جسم}} = \frac{m_1 - m_2}{\rho_w} \Rightarrow \rho_{جسم} = \frac{m_1}{m_1 - m_2}\rho_w \quad \rho_w \to 1\,\frac{gr}{cm^2}$$

$$\Delta\rho_{جسم} = \left(\frac{\Delta m_1}{m_1} + \frac{\Delta(m_1 - m_2)}{m_1 - m_2}\right)\rho_{جسم}$$

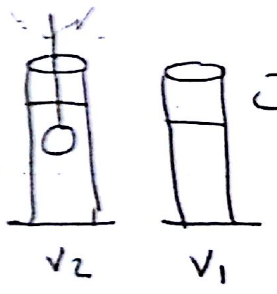
روش فوق روش غیرمستقیم است. (استوانه ـ گوی)

m_1 با ترازو و اندازه‌گیری می‌شود و $M' - M = m_1 - m_2$

روش مستقیم:

$$\rho_{جسم} = \frac{m_1}{V_{جسم}}$$

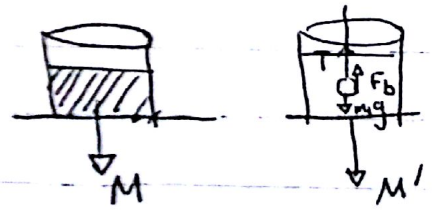
- V جسم منظم (استوانه): $V = \pi\left(\frac{d}{2}\right)^2 h$ ، $\frac{\Delta V}{V} = 2\frac{\Delta d}{d} + \frac{\Delta h}{h}$
- V جسم نامنظم (گوی): $V_{جسم} = V_2 - V_1 \Rightarrow \Delta V = \Delta V_2 + \Delta V_1 = 2ml$



V_2 و V_1 با کمک استوانه مدرج به دست می‌آید دقت $1ml$ است

$1ml = 1cm^3$

اثبات $M' - M = m_1 - m_2$



براساس قانون سوم نیوتون F_b که به جسم به سمت بالا وارد می‌شود به سیال به سمت پایین وارد می‌شود.

$$M'g = Mg + F_b \Rightarrow M'g - Mg = F_b \quad (4)$$

از رابطه‌ی ۳: $m_2 g = m_1 g - \rho V g \Rightarrow \rho V g = m_1 g - m_2 g$ (5)

(4),(5) $\Rightarrow M' - M = m_1 - m_2$

Scanned by CamScanner

آزمایش اول: اندازه گیری

در قسمت اول آزمایش طول و عرض و ارتفاع مکعب با خط کش اندازه گیری می کنیم و دقت آن 1mm است. به کمک اعداد حجم مکعب را به دست می آوریم.

خطای $V = abc \rightarrow dV = da\,bc + a\,db\,c + ab\,dc$

$$\Delta V = \Delta a\,bc + \Delta b\,ac + \Delta c\,ab$$

$$\frac{\Delta V}{V} = \frac{\Delta a}{a} + \frac{\Delta b}{b} + \frac{\Delta c}{c}$$

احتیاج به رعایت ارقام با معناست.

در قسمت دوم از کولیس استفاده می کنیم کولیس یک خط کش و یک قسمت متحرک که ورنیه نام دارد برای تعیین دقت کولیس دقت خط کش به تعداد درجه های ورنیه تقسیم کنیم. دقت کولیس ۰٫۱ و ۰٫۰۲ میلی متر است پس با کولیس ۰٫۰۲ قسمت اعشاری درج است. وقتی صفر خط کش و صفر ورنیه بر هم منطبق است سر کولیس به اندازه دقت کولیس باز است

قطر داخلی ـ قطر خارجی ـ عمق

عدد خط کش بر حسب میلی متر / تعداد درجه ورنیه × دقت

ریزسنج دقیق تر کولیس برای اندازه گیری ضخامت کاغذ و قطر سیم. دقت 0.01 mm

هر وقت پولسته از درجات پایین عبور کرده باشد ۲٫۵ + تعداد درجات پولسته

کروی سنج برای تعیین انحنا سطوح محدب یا مقعر به کار می رود.

دقت کروی سنج $\text{mm}\ 0.01 = \dfrac{\text{دقت خط کش}}{\text{تعداد درجات گردونه}}$

سه پایه ثابت دارد و سه تا متحرک

فاصله دو پایه ثابت $\leftarrow a = \dfrac{d}{\sqrt{3}} \rightarrow$ فاصله پایه متحرک و ثابت

$$\Delta a = \frac{\Delta d}{\sqrt{3}}$$

h اختلاف عدد کروی سنج و صفر کروی سنج است Δh

Δh جمع این دو خطا است.

$$R = \frac{h^2 + a^2}{2h} \rightarrow \ln R = \ln(h^2 + a^2) - \ln 2h$$

$$\frac{dR}{R} = \frac{2h\,dh + 2a\,da}{h^2 + a^2} - \frac{2\,dh}{2h}$$

$$\frac{\Delta R}{R} = \frac{2h\Delta h + 2a\Delta a}{h^2 + a^2} - \frac{2\Delta h}{2h} = \left(\frac{2h}{h^2 + a^2} - \frac{1}{h}\right)\Delta h + \frac{2a\Delta a}{h^2 + a^2}$$

Scanned by CamScanner

آزمایش دوم سقوط آزاد و خطای نمودار

برای استفاده از نمودار برای پیدا کردن خطا ابتدا مقیاس مناسب را به دست می‌آوریم. نمودار باید سمت اعظمی از صفحه را بگیرید. واحد و مقیاس کنار نمودار نوشته شود.

مثال: سقوط آزاد

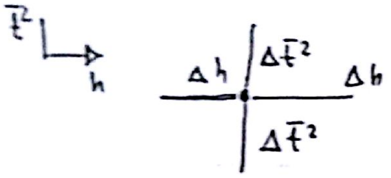
$$Y=\frac{1}{2}gt^2+V_0t \xrightarrow{V_0=0} Y=\frac{1}{2}gt^2$$

h(cm)	$t_1(s)$	$t_2(s)$	$t_3(s)$	$\bar{t}(s)$	$\Delta\bar{t}$	
100	0.451	0.452	0.451	0.451	0.001	0.001 ≅ 0.000?
95	0.440	0.441	0.438	0.440	0.002	≅ 0.001? / 0.002?
90	0.428	0.429	0.429	0.429	0.001	≅ 0.0008 / 0.0009

$$\Delta\bar{t}^2 = 2\bar{t}\,\Delta\bar{t}$$

$\Delta\bar{t} = Max\{|t_i-\bar{t}|,$ دقت وسیله $\}$

پس از انتخاب محور نقاط h و $\bar{t}$ را مشخص می‌کنیم و پس از آن به اندازه‌ی خطای هر یک از کمیت‌ها از نقطه مشخص شده به سمت مثبت و منفی حرکت می‌کنیم تا مربع‌های خطا به دست آید.



پس از ترسیم مربع‌های خطا سه خط ترسیم می‌کنیم

۱- بهترین شیب: از مربع‌های خطا عبور کرده و نزدیک به نقطه‌ی وسط باشد.

۲- بیشترین شیب: از پایین‌ترین مربع خطا گوشه‌ی پایین سمت راست به بالای سمت چپ بالاترین مربع متصل می‌کنیم به شرط آن که از همه‌ی مربع‌ها عبور کند.

۳- کمترین شیب: از پایین‌ترین مربع خطای گوشه‌ی بالا چپ به پایین راست بالاترین مربع متصل می‌کنیم.

خطای شیب از رابطه‌ی $\Delta\alpha = \{|\alpha_{min}-\alpha_{Best}|, |\alpha_{Max}-\alpha_{Best}|\}$

این رابطه با خطای میانگین اشتباه نشود.

شیب مورد نظر توجه کنیم در صورتی محورها عکس کردیم شیب معکوس کنیم و Max و min جابه‌جا می‌شوند.

مکانیزم دستگاه سقوط آزاد به این شکل است که به کمک یک ماده‌ی فریت که سیم‌پیچ آهنربای الکتریکی دارد (بلافاصله بعد از قطع برق میدان مغناطیسی قطع شود) گلوله‌ی از ارتفاع مورد نظر آویزان می‌کنیم. پس از آن به کمک کلید تعبیه شده میدان مغناطیسی قطع شود و گلوله سقوط می‌کند و بعد از زدن کلید تایمر زمان را محاسبه می‌کند تا پس از برخورد به سنسور ضربه‌ای کف سطل زمان قطع شود.

Scanned by CamScanner

خطاهای اندازه گیری :

الف) فیزیک علم دقیق است اما به دلیل دقیق نبودن وسایل اندازه گیری ممکن است مقدار واقعی با مقدار اندازه گیری شده متفاوت هستند. این اختلاف خطای کمیت فیزیکی است. خطاهای اندازه گیری بر دو نوع هستند خطای اتفاقی و سیستماتیک. در بعضی موارد تشخیص این دو نوع خطا کاری دشوار است.

۱- خطای اتفاقی : مربوط به آزمایشگر و یا محیط است و با تکرار اندازه گیری این خطا خودش نشان می دهد.

۲- خطای سیستماتیک : به سادگی قابل آشکارسازی نیستند و روش های آماری در این باره موثر نیست این خطا ممکن است به دلیل کالیبره نبودن دستگاه و یا پیش زمینه ذهنی آزمایشگر به وقوع بپیوندد.

اگر تراز و تنظیم نباشد همه ی اعداد اندازه گیری شده یا کمتر یا بیشتر. دقت وسیله آزمایش محدودیت ایجاد می کند.

خطای عدم حساسیت

ب) خطای مطلق $\delta x = |x' - x|$

مقدار واقعی ← → مقدار اندازه گیری شده

δx نمی توان تشخیص کرد. همواره مقدار مطلق حداکثر خطایی که رخ می دهد در نظر می گیریم با Δx نمایش می دهیم. مقدار اندازه گیری یک کمیت باید بزرگتر خطا باشد تا معنای فیزیکی داشته باشد.

$$\text{خطای نسبی} = \frac{\Delta x}{x'} = \frac{\text{خطای مطلق}}{\text{مقدار اندازه گیری شده}}$$

$$\text{درصد خطا} = \text{خطای نسبی} \times 100$$

ج) می توان از میانگین اعداد اندازه گیری شده به عنوان مقدار واقعی کمیت استفاده کرد و خطای مطلق به صورت روبه رو تعریف می کنیم

$$\Delta x = Max\{|x_i - \bar{x}|, \text{دقت}\}$$

مقادیر اندازه گیری ← x_i

دقت : کوچکترین درجه بندی وسیله مورد نظر

اگر تعداد دفعات انجام زیاد باشد از میانگین خطا استفاده می کنیم و یا از انحراف معیار استفاده کنیم.

د) کمیت های مرکب از ln گیری و یا دیفرانسیل گیری استفاده می کنیم

۱- خطای حاصل جمع

$x = a + b \qquad \Delta x = \Delta a + \Delta b$

۲- خطای تفاضل

$x = a - b \qquad dx = da - db \rightarrow (-\Delta b)$

$\Delta x = \Delta a + \Delta b$

۳- خطای حاصل ضرب

$x = ab \qquad dx = adb + bda$

$\Delta x = a\Delta b + b\Delta a$

$$\frac{\Delta x}{x} = \frac{\Delta b}{b} + \frac{\Delta a}{a}$$

۴- خطای خارج قسمت

$$x = \frac{a}{b} \qquad dx = \frac{bda - adb}{b^2}$$

$$\Delta x = \frac{b\Delta a + a\Delta b}{b^2}$$

$$\frac{\Delta x}{x} = \frac{\Delta a}{a} + \frac{\Delta b}{b}$$

$$x = \frac{a}{b} \rightarrow \ln x = \ln a - \ln b \rightarrow \frac{dx}{x} = \frac{da}{a} - \frac{db}{b} \rightarrow$$

$$\frac{\Delta x}{x} = \frac{\Delta a}{a} + \frac{\Delta b}{b}$$

ارقام با معنی

کوچکترین درجه ای که از روی وسیله است = دقت

برای تعیین ارقام با معنی بدون در نظر گرفتن ممیز از اولین رقم غیر صفر شمارش می کنیم

۳/۱۵۸ ، ۴/۰۳۱ ، ۹/۰۰۰ ، ۰/۰۰۱۳۶۴

۲۷۵ متر $\rightarrow$ $۲/۷۵ \times ۱۰^{۴}$ ۲۷۵۰۰ غلط

برای گرد کردن

رقم آخر $\geq$ ۶ حذف، عدد قبلی + ۱   رقم آخر $\leq$ ۴ $\rightarrow$ حذف، عدد قبلی خودش

رقم حذف شدنی ۵ و یا ۵ و چند صفر در جلو ← رقم قبل ۵ زوج باشد رقم قبل تغییر نمی کند.

رقم جلوی ۵ غیر صفر باشد به رقم قبل یک واحد اضافه   رقم قبل ۵ فرد باشد رقم قبل یکی اضافه می شود

جمع و تفریق ← کم ترین دقت عوامل

۳/۱ + ۵/۲۸ + ۷/۰۲۳ = ۱۵/۴۰۳ $\rightarrow$ ۱۵/۴

ضرب و تقسیم ← کم ترین دقت عوامل

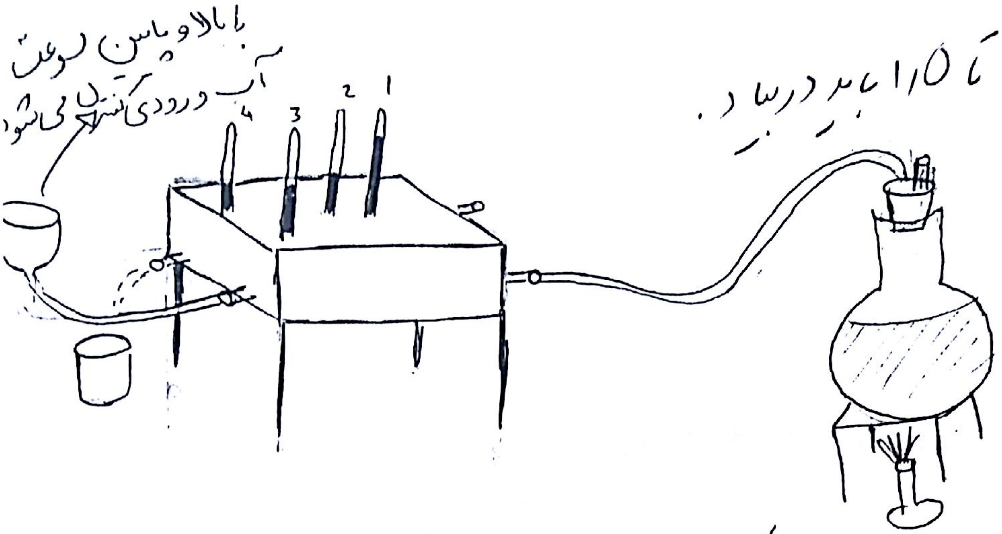
۳/۱۵۸ × ۴/۲ = ۱۲/۹۴۶ $\rightarrow$ ۱۳

ارقام با معنی در حد اعداد اعشاری رعایت می کنیم.

Scanned by CamScanner

~~... هدایت حرارتی ...~~

عدد این آزمایش بین ۷ و تا ۱۱،۵ باید در بیاید.



در این آزمایش ابتدا شعله‌ی زیر بالون را روشن می‌کنیم تا آب به دمای جوش برسد و بخار آب از لوله‌ی رابط خارج می‌شود ولی یک لوله دیگر بر چوب پنبه قرار دارد که با هوا در ارتباط است تا با رهوای موجود در بالون آن قدر بالا نرود که بالون بترکد. یک لوله دیگر در بدنه اصلی وجود دارد که سبب خروج بخار اضافی می‌شود درون بدنه اصلی یک لوله‌ی مسی آلومینیومی تعبیه شده است که هدایت حرارتی آن را می‌خواهیم اندازه‌گیری کنیم روی بدنه اصلی چهار سوراخ ایجاد شده است که دماسنج های حساس قرار می‌دهیم دماسنج ۱ دمای سر لوله که با بخار آب در تماس است به ما می‌دهد دماسنج دومی ~~...~~ دمای انتهای لوله را نمایش می‌دهد دماسنج سوم دمای آب ورودی ایجاد می‌کند دماسنج چهارم دمای آب خروجی که با لوله در تماس است نمایش می‌دهد. دمای دماسنج‌ها را می‌خوانیم هر یک دقیقه یکبار سپس چنان چه حدود پنج دقیقه دمای دماسنج‌ها ثابت می‌ماند سپس یک بشر را که جرم آن را اندازه‌گیری کردیم در زیر لوله‌ی خروجی آب قرار می‌دهیم و مثلاً به مدت ۵ دقیقه آب را جمع آوری می‌کنیم.

$$\frac{dQ}{dT} = -KA\frac{dt}{dx} \qquad \frac{dt}{dx} < 0$$

$$K = \frac{Q \cdot d}{TA(t_1 - t_2)}$$

$d = 7.6\,cm$ فاصله‌ی بین دو دماسنج ۱ و ۲

قطر $= 2.52$

$$Q = mc\Delta\theta$$

Scanned by CamScanner

$$\frac{\Delta K}{K} = \frac{\Delta Q}{Q} + \frac{\Delta d}{d} + \frac{\Delta T}{T} + \frac{\Delta A}{A} + \frac{\Delta (t_2 - t_1)}{t_2 - t_1}$$

$$\frac{\Delta Q}{Q} = \frac{\Delta m}{m} + \frac{\Delta (t_4 - t_3)}{t_2 - t_1}$$

چون دو دما است

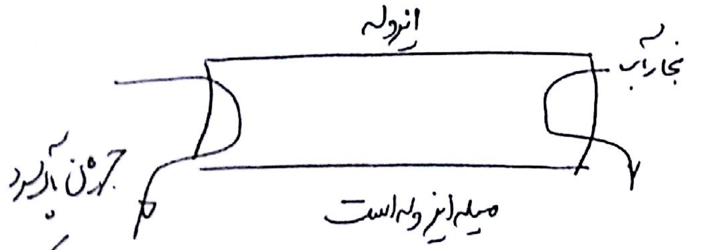
علت بالا آمدن به دست آمدن خطا این است که $\Delta(t_2 - t_1)$ بزرگ است و مقدار آن ۲ درجه است

و کسر $\frac{\Delta(t_2 - t_1)}{t_2 - t_1}$ مقدار بزرگی است و دوبار در خطا استفاده می‌شود پس میزان خطا را بالا می‌برد

برای رفع این مشکل می‌توان d را زیاد کرد که اختلاف دمای ۱ و 2 زیاد شود و مخرج کسر زیاد شود و کسر کوچک می‌شود یک راه دیگر تکرار آزمایش است مثلاً ۲۰ مرتبه

چرا اختلاف دما خطای ۲ درجه دارد؟ چون دقت دماسنج ۱ درجه است و چون اختلاف دو دما را حساب می‌کنیم از خطای ۲ درجه استفاده می‌کنیم.

چرا اختلاف جرم نیز دو برابر خطای اندازه‌گیری است چون دوبار اندازه‌گیری شده است و برای هر بار این خطا را با جمع استفاده می‌کنیم.



دماسنج های T_1 و T_2 دمای میله را اندازه‌گیری می‌کند.

$A = 5\,cm^3$ $\quad$ d = کولیس 7.6 ± 0.1

$H = \frac{Q}{T}$ گرمای انتقال یافته در واحد زمان

$$\frac{AK(T_1 - T_2)}{d} = \frac{mc(T_4 - T_3)}{T}$$

گرمای انتقال یافته در واحد زمان با سطح و اختلاف دما رابطه‌ی مستقیم دارد و با ضخامت رابطه‌ی عکس دارد نمونه‌ی این مسئله پنجره‌ی اتاق در زمستان است هرچه اختلاف دمای بین داخل و خارج بیشتر شود گرما بیشتر به بیرون منتقل می‌شود در مورد سطح هم این مورد صادق است اما با ضخامت رابطه‌ی عکس دارد هرچه ضخامت بیشتر انتقال گرما کمتر صورت می‌پذیرد.

Scanned by CamScanner

آزمایش سوم: تعیین معادل مکانیکی گرما به روش الکتریکی (ژول)

عدد این ۱ زیاد ... باخطی — با ۲/۴۱۸، ۴ ... [illegible]

$W = J\,Q$

در این آزمایش هدف تعیین J است. در این آزمایش از واحدهای CGS استفاده می‌کنیم

(cm - gr - cal - °c ,...) در این آزمایش از یک کالریمتر استفاده می‌کنیم که دارای ظرفیت گرمایی A است

اما دیگر ظرفیت گرمایی ارزش آبی است حال ارزش آبی به چه معنایی است یعنی اگر به جای ماده‌ی درون کالریمتر از چند gr آب به جای آن استفاده کنیم. در ابتدای آزمایش از کالریمتر استفاده کرده و آن را با ترازو اندازه‌گیری کرده و جرم آن را به دست می‌آوریم سپس مقدار آبی درون آن می‌ریزیم به مقداری که مقاومت درون آب قرار گیرد و آن قدر پر می‌کنیم که در هنگام هم زدن آب از درون کالریمتر بیرون نریزد سپس مداری به شکل زیر می‌بندیم (طبق قرارداد جریان از قطب مثبت مولد خارج می‌شود پس حواسمان را به سوی مثبت جریان ~~[illegible]~~ جمع کرده جریان به هر جایی وارد شود آن سر مثبت و سری که جریان از آن خارج شود سر منفی است) روی مولد سر قرمز + و سر مشکی − است) رئوستا و آمپرسنج و مقاومت در این مدار به صورت سری بسته می‌شوند پس فرقی نمی‌کند که کدام را ابتدا ببندیم پس کار انجام شده درون مقاومت برابر است با Q که گرمایی که به آب می‌دهیم. از آب درون کالریمتر استفاده می‌کنیم چون یک رابطه بین مقاومت و کالریمتر باشد آب و کالریمتر در تعادل هستند

$$W = JQ \Rightarrow VIT = J\left((mC+A)\ t_2 - t_1\right)$$

$$VIT = J(m+A)(t_2 - t_1)$$

نمودار $T - (t_2 - t_1)$ را رسم می‌کنیم و α شیب خط را به دست می‌آوریم بهترین و بدترین شیب را به دست می‌آوریم مربع های خطایی که ~~[illegible]~~ می‌کشیم به دلیل مقیاس دارای عرض موازی محور x هاست

tx

$$\frac{t_2 - t_1}{T} = \frac{J(m+A)}{VI} \Rightarrow \alpha = \frac{J(m+A)}{VI} \quad \left(= \frac{t_2 - t_1}{T} = \frac{VI}{J(m+A)}\right)$$

Scanned by CamScanner

(II)

$$J = \frac{IV}{\alpha(m+A)}$$

$VI = 10$

$VI = \frac{\text{انرژی}}{\text{زمان}}$ ثابت باشد

$$\frac{\Delta J}{J} = \frac{\Delta I}{I} + \frac{\Delta V}{V} + \frac{\Delta \alpha}{\alpha} + \frac{\Delta m}{(m+A)}$$

$$\Delta\alpha = \max\{|\alpha_{max} - \alpha|, |\alpha_{min} - \alpha|\}$$

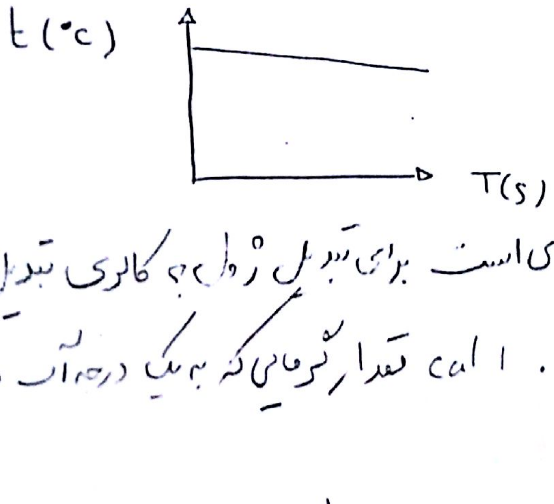
$\Delta I = 0/01$

$\Delta V = 0/1$

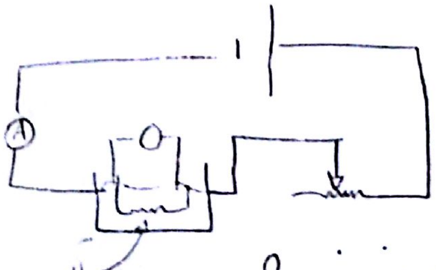
$\Delta m = 0/2$ چون دوبار اندازه‌گیری می‌کنیم

اتلاف حرارتی: پس اتمام آزمایش زمان را تا 5min اندازه‌گیری گرفتیم و متوجه شدیم که در عرض 5min کم‌تر از 0/5C دمای کالری‌متر کاهش یافت. اگر دما بالا رود خوب هم نزدیم.

اگر بیشتر از 1 ~~دقیقه~~ درجه کاهش یابد خوب نیست



در گذشته واحد گرما کالری بوده است گرما واحد نوعی از انرژی است برای تبدیل ژول به کالری تبدیل واحد لازم است ضریب این تبدیل ۴/۱۸ ژول است. 1 cal مقدار گرمایی که به یک درجه آب داده می‌شود تا دمای آن بالا رود.



خطای اتفاقی ← بیرون ریختن آب از ظرف - خطای انسانی در ثبت زمان - خطای اندازه‌گیری

خطای سیستماتیک ← خطای کالری‌سنج - دقت اندازه‌گیری آمپرسنج - ولت‌سنج گرم شدن رئوستا مقاومت در نتیجه آمپر تغییر می‌کند.

Scanned by CamScanner

فرآیند هم دما : $PV = cte \rightarrow P \propto \frac{1}{V} \rightarrow \left(\frac{\partial P}{\partial V}\right)_T = \frac{-1}{V^2} = -\frac{P}{V}$ (II)

فرآیند بی درو : $PV^{\gamma} = cte \rightarrow P \propto \frac{1}{V^{\gamma}} \Rightarrow \left(\frac{\partial P}{\partial V}\right)_S = \frac{-\gamma}{V^{\gamma+1}} = -\frac{\gamma P}{V}$ (III)

$$\frac{III}{II} = \frac{-\gamma P/V}{-P/V} = \gamma = \frac{\left(\frac{\partial P}{\partial V}\right)_S}{\left(\frac{\partial P}{\partial V}\right)_T} = \frac{\text{شیب خط مماس نمنی بی درو}}{\text{شیب خط مماس نمنی همدما}}$$

در این جا به دلیل این که بالون بزرگ است با برداشتن و گذاشتن انگشت تغییر حجم کوچک پس شیب خط مماس بر منحنی همدما و بی درو را می توان برابر با $\left(\frac{\Delta P}{\Delta V}\right)_{\text{بی درو}}$ و $\left(\frac{\Delta P}{\Delta V}\right)_{\text{همدما}}$

با توجه به نمودار داریم:

$$\left(\frac{\Delta P}{\Delta V}\right)_{\text{همدما}} = \frac{P_1 - P_2}{V_1 - V_0} \qquad \left(\frac{\Delta P}{\Delta V}\right)_{\text{بی درو}} = \frac{P_0 - P_1}{V_0 - V_1}$$

$$\gamma = \frac{\left(\frac{\Delta P}{\Delta V}\right)_{\text{بی درو}}}{\left(\frac{\Delta P}{\Delta V}\right)_{\text{همدما}}} = \frac{P_1 - P_0}{P_1 - P_2} = \frac{P_0 + \rho g h_1 - P_0}{(P_0 + \rho g h_1) - (P_0 + \rho g h_2)} = \frac{h_1}{h_1 - h_2}$$

$$\gamma = \frac{h_1}{h_1 - h_2} \Rightarrow \gamma h_1 - \gamma h_2 = h_1 \Rightarrow (\gamma - 1) h_1 = \gamma h_2 \Rightarrow h_2 = \frac{\gamma - 1}{\gamma} h_1$$

اگر نمودار h_2 برحسب h_1 رسم شود شیب آن برابر با $\frac{\gamma - 1}{\gamma}$

$$\alpha = \frac{\gamma - 1}{\gamma} \Rightarrow \alpha\gamma = \gamma - 1 \Rightarrow (\alpha - 1)\gamma = -1 \Rightarrow \gamma = \frac{1}{1 - \alpha_{best}}$$

$$\ln\gamma = \ln(1 - \alpha) \Rightarrow \frac{\Delta\gamma}{\gamma} = \frac{\Delta(1-\alpha)}{1-\alpha} = -\frac{\Delta\alpha}{1-\alpha} \Rightarrow$$

$$\boxed{\frac{\Delta\gamma}{\gamma} = \frac{\Delta\alpha}{1-\alpha}}$$

از جیوه در فشارسنج به این دلیل استفاده نمی شود که چگالی آن بالا است و با آن عیب اختلاف ارتفاع نمی توان ایجاد کرد. درضمن بخارات آن سمی است.

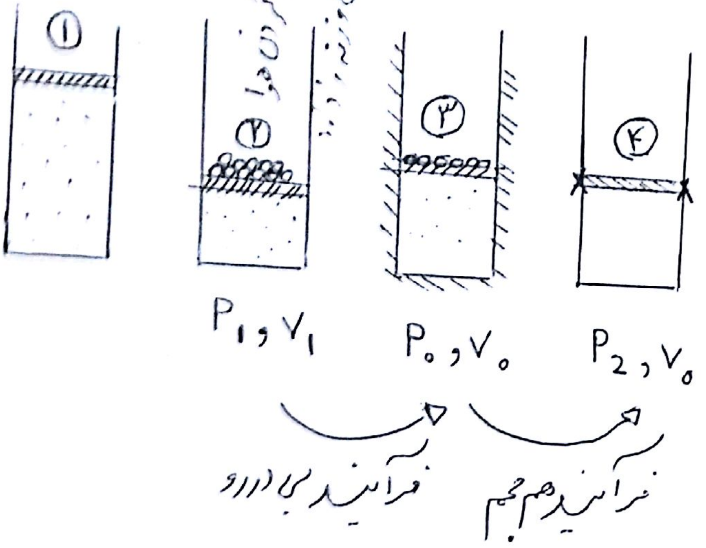
به دو دلیل دیگر بالون بزرگ است فرض می شود که در طول آزمایش تعداد مول های گاز تغییر نمی کند پس اگر بالون کوچک باشد این مورد نقض می شود و تعداد مول های گاز تغییر می کند (با گذاشتن و برداشتن دست) خطای زیادی ایجاد می کند. درضمن اگر بالون کوچک باشد در انجام فرآیند بی درو گاز سرد می شود و چون بالون کوچک است (با برداشتن و گذاشتن انگشت) دمای گاز داخل بالون کمتر از محیط

Scanned by CamScanner

$\gamma = \dfrac{C_{MP}}{C_{MV}} = \dfrac{\text{ظرفیت گرمایی مولی در فشار ثابت}}{\text{ظرفیت گرمایی مولی در حجم ثابت}}$

خطاهای سیستم : سوراخ و نشتی داشتن تلمبه و لوله‌های اتصالی
خطاهای اتفاقی : خطا در خواندن اعداد

برای آن که این آزمایش را توضیح دهیم از یک فرآیند شبیه سازی استفاده می‌کنیم . یک پیستون گاز را در نظر بگیرید



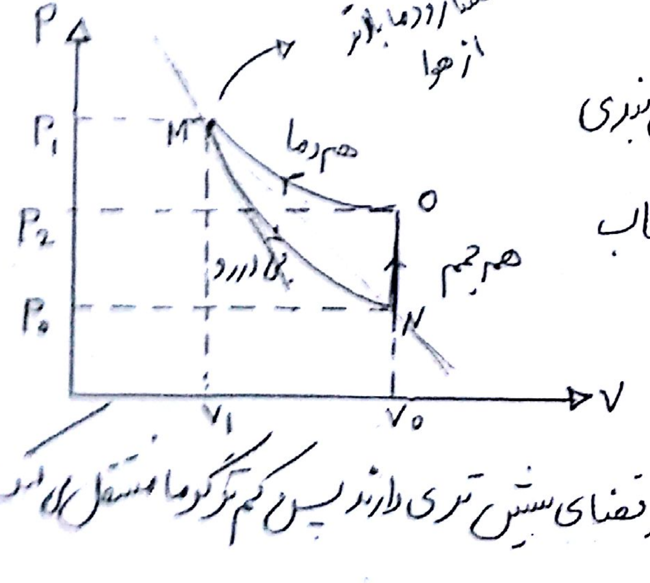
① قبل از ورود هوا به بالون در آزمایش در این قسمت انگشت روی سوراخ قرار می‌دهیم ≡ حالت اولیه سیلندر و پیستون

② پمپ کردن هوا در این جا نقش وزنه‌ها را دارد که نتیجه‌ی این عمل اختلاف ارتفاع h_1 ≡ قرار دادن وزنه و افزایش فشار هوای محبوس

③ برداشتن دست وگذاشتن دست زمانی که ارتفاع آب در ستون برابر شود پس در این مرحله فشار برابر فشار هوا ≡ عایق بندی سیستم و برداشتن وزنه‌ها

④ صبر کردن تا زمانی که ارتفاع آب در لوله‌ها تغییر نکند ≡ ثابت کردن پیستون و برداشتن عایق و انجام فرآیند هم حجم
در این جا ارتفاع h_2 خوانده می‌شود

در این آزمایش فرآیند هم دما انجام می‌شود .



برای انجام فرآیند بی دررو دو عمل را می‌توان انجام داد عایق بندی و انجام سریع که در طول این آزمایش سریع بودن را انتخاب می‌کنیم.

در انبساط بی دررو گاز سرد می‌شود؟ مولکول های گاز فضای بیشتری دارند پس کم‌تر گرما منتقل می‌کنند ...
...

برای آب در زمان T_1 افت دما $\Delta t = t_2 - t_1$

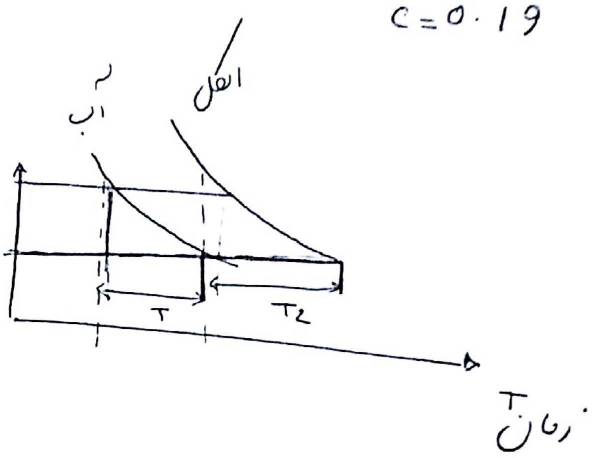
" الکل " T_2 افت دما $\Delta t = t_2 - t_1$

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{(m_1 c_1 + mc)\cancel{\Delta t}}{(m_2 c_2 + mc)\cancel{\Delta t}}$$

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{m_1 c_1 + mc}{m_2 c_2 + mc}$$

$c = 0.19$

$c = 0.19$ گرمای ویژه لوله



برای آب در زمان T_1 و برای الکل در زمان T_2 سرد شدن به اندازه Δt صورت می‌گیرد.

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{m_1 c_1 + mc}{m_2 c_2 + mc}$$

(m_1 ← جرم آب؛ c_1 ← گرمای ویژه آب؛ c ← گرمای ویژه لوله؛ m ← جرم لوله؛ m_2 ← جرم الکل؛ c_2 ← گرمای ویژه الکل)

$c = 0.19 \frac{cal}{gr^\circ c}$

$m = 30gr \pm 0.1gr$

$m_1 = 18gr \pm 0.1gr$

$c_1 = 1 \frac{cal}{gr^\circ c}$

$m_2 = 16gr \pm 0.1gr$

$$\frac{m_1 c_1 + mc}{m_2 c_2 + mc} = \frac{T_1}{T_2} \rightarrow \ln(m_1 c_1 + mc) - \ln(m_2 c_2 + mc) = \ln T_1 - \ln T_2$$

$$\rightarrow \frac{\Delta(m_1 c_1 + mc)}{m_1 c_1 + mc} - \frac{\Delta(m_2 c_2 + mc)}{m_2 c_2 + mc} = \frac{\Delta T_1}{T_1} - \frac{\Delta T_2}{T_2}$$

$$\frac{c_1 \Delta m_1 + \cancel{m_1 \Delta c_1}^{\,0} + \Delta m\, c + \cancel{\Delta c\, m}^{\,0}}{m_1 c_1 + mc} + \frac{c_2 \Delta m_2 + m_2 \Delta c_2 + \Delta m\, c + \cancel{\Delta c\, m}^{\,0}}{m_2 c_2 + mc}$$

$$= \frac{\Delta T_1}{—} + \frac{\Delta T_2}{—}$$

Scanned by CamScanner

۵. اندازه گیری گرمای ویژه مایعات با روش سرد کردن:

تبادل گرما از روش های مختلفی صورت می پذیرد:

1) رسانایی — در اثر تماس مولکول های جسم گرم با جسم سرد انرژی گرمایی که ناشی از حرکت مولکول هاست

2) همرفت — انتقال گرما همراه با انتقال ماده

3) تابش — امواج الکترومغناطیس

در محیط های عادی انرژی گرمایی بیشتر از طریق همرفت ایجاد می شود.

تعیین مقدار انرژی گرمایی داده شده و گرفته شده از رابطه ی تقریبی و تجربی

$H = h A \Delta\theta$

$\frac{Q}{t} = h A \Delta\Delta\theta$

اگر دو جسم در شرایط مشابه به یک اندازه سرد شوند (تغییر دما برای هر دو یکسان است.)

ضریب هم رفت ← ضریب هم رفت

مقدار گرمای گرفته شده یا داده شده ← $Q_1 = h A \Delta\theta\, t_1$

$Q_2 = h A \Delta\theta\, t_2$

$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{t_1}{t_2}$

جسمی که دارای گرمای ویژه کمتری زودتر سرد می شود.

لوله آزمایش حاوی الکل و آب درون بشر آب قرار می دهیم. بشر را گرم می کنیم. دما را تا آن جا بالا می بریم که زیر نقطه جوش الکل باشد. نقطه ی جوش الکل ۷۵ است پس دما را تا ۷۰ بالا می بریم. سپس لوله های آزمایش از بشر خارج می کنیم و دمای هر دو لوله هر ۱ دقیقه یک بار قرائت می کنیم. وقتی دما کمی بالاتر از دمای محیط بود

$$\frac{c_1 \Delta m_1}{m_1 c_1 + mc} + \frac{c \Delta m}{m_1 c_1 + mc} - \frac{c_2 \Delta m_2}{m_2 c_2 + mc} - \frac{m_2 \Delta c_2}{m_2 c_2 + mc} - \frac{\Delta m\, c}{m_2 c_2 + mc}$$

$$= \frac{\Delta T_1}{T_1} + \frac{\Delta T_2}{T_2}$$

$$\frac{c_1 \Delta m_1}{m_1 c_1 + mc} + \left| \frac{c}{m_1 c_1 + mc} - \frac{c}{m_2 c_2 + mc} \right| \Delta m + \frac{c_2 \Delta m_2}{m_2 c_2 + mc} + \frac{m_2 \Delta c_2}{m_2 c_2 + mc}$$

$$= \frac{\Delta T_1}{T_1} + \frac{\Delta T_2}{T_2}$$

$$\Delta c_2 = \frac{m_2 c_2 + mc}{m_2} \left[\frac{c_1 \Delta m_1}{m_1 c_1 + mc} + \left| \frac{c}{m_1 c_1 + mc} - \frac{c}{m_2 c_2 + mc} \right| \Delta m + \frac{c_2 \Delta m_2}{m_2 c_2 + mc} \right.$$

$$\left. + \frac{\Delta T_1}{T_1} + \frac{\Delta T_2}{T_2} \right]$$

برای رسم نمودار از نرم افزار orgine استفاده می‌کنیم.

Scanned by CamScanner